

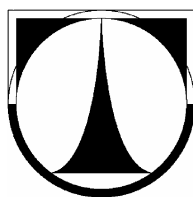
TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Katedra oděvnictví

Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: Technologie a řízení oděvní výroby



**Analýza propustnosti vody u výrobků z high-tech materiálů
v oblasti švů**

**Water permeability analysis of products from high-tech
materials in the seams area**

Lucie Navrátilová

KOD - 231

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Viera Glombíková, Ph.D.

Rozsah práce:

Počet stran: 48

Počet obrázků: 19

Počet tabulek: 22

Počet grafů: 8

Počet příloh: 6

Zadání:

Prohlášení:

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 14. května 2007

.....

Podpis

Poděkování:

Děkuji všem, kteří mi pomáhali při vzniku této práce. Především bych chtěla poděkovat vedoucí práce Ing. Vieře Glombíkové Ph.D. za odbornou pomoc, ochotu a trpělivost. Dále děkuji firmám Tilak, a.s., ALPI SPORT CENTRUM s.r.o., JUREK S+R s.r.o. za zhotovení vzorků materiálů, manželům Kamlerovým za cenné informace a praktické rady, panu Ing. Jiřímu Krpcovi za zajištění zhotovení vzorků v Německu. Ráda bych ještě poděkovala rodičům za poskytnuté zázemí a podporu.

Abstrakt:

Bakalářská práce analyzuje propustnost vody u vysokofunkčních materiálů v oblasti švů. Vodotěsnost různých metod spojení ověřuje testery nepropustnosti švů. Práce zjišťuje vliv technologie provedení spojů na výsledný efekt nepromokavosti. Dále u vybraných typů materiálů byla provedena zkouška pevnosti švu pro srovnání kvality švu zajištěného páskou a nekonvenční metody spojení.

Abstract:

The bachelor work analyses water penetration of high-tech materials in the seam area. Watertightness of different joint methods checks watertightness testers. The work discovers influence of joint making technology on final watertightness effect. Test of joint strenght was done on selected materials for comparison of seam quality on seam secured by band and seam done by unconventional joining method.

Klíčová slova:

Vysokofunkční materiály – High-tech materials

Propustnost vody - Water penetration

Vodotěsnost švu - Waterproof seam

Vodotěsná páska - Waterproof band

Ultrazvukový svařovaný spoj - Ultrasonic weld seam

Obsah:

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE	11
2.1	Vysokofunkční materiály.....	11
2.1.1	Rozdělení vysokofunkčních materiálů dle prostředí	11
2.2	Vysokofunkční textilie s vysokou odolností vůči působení vody.....	12
2.2.1	Rozdělení podle technologie výroby	14
2.2.1.1	Povrstvené textilie.....	14
2.2.1.2	Membránové textilie	16
2.3	Technologie spojování vysokofunkčních materiálů	18
2.3.1	Spojování technologií šitím a následné zajištění páskou.....	18
2.3.2	Nekonvenční spojování.....	21
2.3.2.1	Lepení	21
2.3.2.2	Svařování	22
2.4	Testování propustnosti vody	24
2.4.1	Hodnocení vodoodpudivosti povrchu textilie.....	25
2.4.2	Zkouška tlakem vody.....	25
2.4.3	Testování vodotěsnosti hotových výrobků	26
2.4.4	Měření propustnosti vody v oblasti švů (spojů) testerem nepropustnosti švů	27
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST PRÁCE	29
3.1	Cíl práce	29
3.2	Charakteristika testovaných materiálů.....	29
3.2.1	Oděvní textilie.....	29
3.2.1.1	GORE-TEX XCR® III. vrstvý	29
3.2.1.2	GORE-TEX XCR® II. Vrstvý.....	30
3.2.1.3	GORE-TEX Paclite.....	30
3.2.1.4	GORE-TEX Shoft Shell.....	30
3.2.1.5	Dermizax (Toray)	30

3.2.1.6	Dermizax EV (Toray)	31
3.2.1.7	Entrant HB (Toray)	31
3.2.2	Technické textilie	32
3.2.2.1	Stanovina – Tropiko	32
3.2.2.2	Stanovina – Podlahy	32
3.3	Použité technologie spojů	32
3.3.1	Spojení technologií sešitím a zajištění páskou	32
3.3.2	Ultrazvukové svařování	34
3.4	Použité testovací zařízení	36
3.4.1	Tester nepropustnosti švů (firmy Tilak a.s. – Šumperk)	36
3.4.2	Tester nepropustnosti švů Pfaff-servis	37
3.4.3	Tlakový tester	38
3.5	Výsledky měření propustnosti vody v oblasti švů (spojů)	38
3.6	Měření pevnosti spojů	41
4	ZÁVĚR	44

Seznam použitých zkratek:

spol. s r.o. – společnost s ručením omezeným

UV – ultrafialové záření

výška v.s. – výška vodního sloupce

DWR – dlouhodobě vodoodpudivá úprava (Durable Water Repellent)

CO₂ – oxid uhličitý

PUR. – Polyuretan

PAD – Polyamid

PES – Polyester

PTFE – Polytetrafluorethylen

a.s. – Akciová společnost

RET – Jednotka odporu textilie při prostupu vodní páry [m².Pa.W⁻¹]

1 ÚVOD

Cílem této práce bylo porovnání odolnosti spojů textilií z hlediska působení vody. Práce popisuje technologii spojování převážně využívanou výrobcí vysokofunkčních výrobků na území ČR a následně zjišťuje budoucí možné nahrazení nejnovější metodou nekonvenčního spojení.

Pro měření byly použity vzorky z materiálů se speciálními úpravami zabraňujícími pronikání vody do výrobku. Byly testovány oděvní materiály využívající se v oblasti outdoorových aktivit a technické materiály používané pro výrobu stanů odolávajícím vysoce nepříznivým podmínkám počasí.

Propustnost vody v oblasti švů byla testována na různých typech tlakových zařízení. Práce srovnává metodu používanou výrobcí při výrobě vysokofunkčních výrobků pro ověření kvality spoje s laboratorními metodami používanými pro měření propustnosti vody.

Vzorky spojení technologií sešitím se zajištěním nepropustnou páskou byly zhotovovány v podnicích, které využívají testery nepropustnosti spojů pro zvýšení výsledné kvality výrobků.

Nejnovější metoda spojování ultrazvukem byla provedena v Německu u vybraných typů vysokofunkčních materiálů. Tato metoda výrazně zrychluje výrobní proces a snižuje hmotnost výrobku. Nevýhodou této metody spojování vysokofunkčních výrobků je nízká pevnost švu. Proto byla následně provedena zkouška pevnosti spoje.

2 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE

2.1 Vysokofunkční materiály

Jsou textilie s kombinací několika funkčních vlastností. Cílem je zvýšení komfortu nošení nebo ochrana před nepříznivými vlivy okolního prostředí.

2.1.1 Rozdělení vysokofunkčních materiálů dle prostředí

1. Prostor s nepříznivými klimatickými podmínkami

Jedná se o textilie, které mají schopnost zabránit průchodu vody z okolního prostředí k pokožce a současně propouštět vlhkost, produkovanou organismem ve formě vodní páry. Dále udržují tělo v teple při působení větru.

Využití: V oblasti sportu a outdoorových aktivit, v lesnictví a hornictví, oděvy pro záchranáře.

Výrobce: GORE-TEX® (W.L.Gore & Associates) , viz. další kapitola

2. Prostor s vysokými teplotami a s nebezpečím kontaktu s ohněm

Textilie určené do tohoto prostředí se upravují nehořlavou úpravou, nebo se používají vlákna se sníženou hořlavostí (např. Nomex, Kevlar).

Využití: Hasiči, zásahové jednotky policie, svářeči, sklářský průmysl.

3. Čisté a super čisté prostředí

Textilie chrání okolní prostředí před částicemi produkovanými tělem. Od textilie se vyžadují filtrační schopnosti, minimální úlet částic, trvalé antistatické vlastnosti, schopnost uvolňovat nahromaděné částice a nečistoty, odolávat podmínkám praní a sterilizace při zachování funkcí.

Využití: Výroba elektronických součástí, výroba léčiv, potravinářství, zdravotnictví (prostředí specializovaných operačních sálů, speciální jednotky intenzivní péče).

Výrobce: CLEANTEX Rolný spol. s r. o – Prostějov [5]

4. Extrémně nebezpečné prostředí

Vyžaduje se protichemická, protibiologická a protiradiační ochrana. Oděv ve tvaru kombinézy představuje vysoký stupeň ochrany těla a dýchacích cest proti působení životu nebezpečných vlivů okolního prostředí. [6]

5. Prostředí se zvýšeným množstvím UV záření

Vliv ozónových děr vede ke zvýšení nebezpečí rakoviny kůže. U technických textilií vzniká potřeba ochrany vůči UV záření např. při sváření. Aplikují se buď prostředky proti UV přímo do vláken nebo při zušlechťování textilií. Je požadováno zachycení nejméně 80-90 % všech UV paprsků. Látky, které odrážejí UV záření jsou na bázi keramiky. U speciálních typů textilií se tvoří povrchová kovová vrstva. UV záření se také omezuje mechanickými úpravami (kalandrování, žehlení).

6. Prostředí antimikrobiální

Mikroorganismy, způsobující hnití a plesnivění, napadají celulosová a proteinová vlákna. Tomuto zabraňují fungicidní úpravy, textilie se provrstvují hmotou zabraňující přístup mikroorganismů (např. hydrofobní úprava) nebo se používá impregnace jedovatými látkami. Hygienické úpravy působí proti růstu bakterií a potlačuje bakteriální rozklad potu během používání. [12]

2.2 Vysokofunkční textilie s vysokou odolností vůči působení vody

Při vzájemném působení vody s plošnou textilií dochází k pronikání vody do struktury textilie a do mezivláknenných prostor. Vysokofunkční materiály jsou vybaveny bariérou, která se snaží tomuto pronikání zabránit. Textilie může vodu odpuzovat, odolávat jejímu průniku nebo se stát zcela vodotěsnou, nepromokavou.

Označení odolnosti proti pronikání vody:

- Waterrepellent

Vodoodpudivou textilií se dá označit tkanina na jejíž povrchu se voda shlukuje do kapiček, které se dají z povrchu odstranit oklepáním. Této povrchové úpravy se dosahuje impregnací nebo kalandrováním. Při delší zátěži voda pronikne do textilie. Trvanlivost úpravy je dána počtem praní, po kterých se úprava musí obnovit.

- Waterresistant

Textilie odolává průniku vody povrchovými úpravami – zátěry, povrstvením. Požívají se prostředky na bázi silikonů a fluorkarbonů. Provrtvováním se snižuje prodyšnost, zvyšuje hmotnost a zhoršuje se omak textilie.

- Waterproof

Nepromokavost je schopnost textilie nás chránit před pronikáním vody z vnějšího prostředí při různých aktivitách. Textilie se stávají vodotěsné. Isolují vodu od pokožky. Úpravy lze dosáhnout použitím membrány nebo mikroporézního zátěru. Nepromokavou můžeme označit textilií, která odolá tlaku vodního sloupce minimálně 200 cm v.s. Při použití oblečení v praxi však často vzniká bodové zatížení, které požadovanou hodnotu nepromokavosti několikanásobně zvyšuje. [9,13]

Při různých aktivitách vznikají přibližně tyto hodnoty:

Tabulka č.1: Rozdělení aktivit dle výšky vodního sloupce

Aktivita	Výška vodního sloupce [cm]
Sezení na mokré lavičce	500
Klečení	1 200
Tlak popruhů těžkého batohu	1 800 – 2 000
Spadnutí lyžaře v plné rychlosti do mokrého sněhu	2 000
Nakopnutí mokrého míče	4 000

[13,14]

Následující tabulka rozděluje typy oděvů podle použití a přiřazuje jim potřebnou odolnost proti působení vody. Tabulka dále popisuje ostatní vlastnosti deště.

Tabulka č.2: Rozdělení z hlediska použití

Typ oděvu	Potřebná odolnost proti vodě, výška v.s. [cm]	Typ deště	Přibližné množství vody [mm/hod]	Přibližná velikost kapky [mm]
Běžný oděv	30	Jemný déšť	< 1	0,1
Sportovní oděv	30 - 180	Jemný až lehký déšť	1 – 2	0,1 – 0,5
Oděv pro zimní sporty	180 - 750	Lehký až střední déšť	1 - 10	0,5 -2,0
Nepromokavý oděv	180 – 1 120	Lehký až silný déšť	1 – 30	0,5 – 3,0
Oděv pro vysokohorskou turistiku	750 – 2 000	Středně silný až bouře	3 - 200	2,0 – 8,0

[9]

2.2.1 Rozdělení podle technologie výroby

Materiály s vysokou odolností vůči působení vody se zhotovují různými technologiemi výroby.

2.2.1.1 Povrstvené textilie

Vnější strana textilie je opatřena vodoodpudivou vrstvou, zátěrem. Povrch textilie se stává hrubší na dotek, omezuje se prodyšnost a zvyšuje se hmotnost.

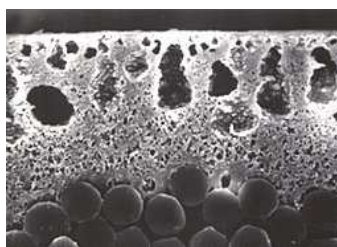
a) Mikroporézní zátěr

Vnější strana textilie je potažena polyuretanovým mikroporézním zátěrem (obr.1). Při nanášení se uvolňuje CO_2 a tím se nanesený film mění v houbovitou strukturu s velmi malými póry o velikosti $0,1\ \mu\text{m} - 1,0\ \mu\text{m}$. Polyuretanový film je pružný, proto je odolný vůči mechanickému namáhání. Vrstvy mohou být nanášeny postupně i vícekrát, pro dosažení vyšší výkonnosti.

Např. materiál Entrant GII s trojvrstvou strukturou:

1. vrstva – vyznačuje se miniaturními póry měřícími v průměru méně než $0,5\ \mu\text{m}$ a její funkcí je zabránit průniku vody a odlupování zátěru.
2. vrstva – kombinovaná vrstva obsahující póry stejně velké jako vrstva první a navíc o něco větší póry. Tato kombinace je stěženo pro dosažení vynikající prodyšnosti a odolnosti proti průniku vody.
3. vrstva – nejspodnější vrstva chrání uvedené mikroporézní vrstvy. Obsahuje malé póry měřící v průměru $1\ \mu\text{m}$ a tenký nerovnoměrný pryskyřicový povlak. Pomáhá upevňovat celý povrch zátěru a zabraňuje srážlivosti tělesných par.

[13,15]



Obr. 1 Mikroporézní zátěr

Příklady mikroporézních zátěrů:

Entrant (Toray, Japonsko) – Mikroporézní zátěr s odolností proti tlaku vody až 2000 cm v.s.. Různé typy nanášení zátěru (více vrstev zátěru, kombinace s neporézní membránou, atd.).

Drymax- Mikroporézní zátěr, určen do nižších až středních zátěží.

b) Hydrofobní povrstvení

Hydrofobní úpravou se potlačuje smáčivost textilie a textilie se stává vodoodpudivou.

Rozlišují se hydrofobní úpravy:

Neprodyšné

Jedná se o úpravu vodotěsnou, kde jsou naneseným filmem zalepeny všechny otvory textilie. Vzniká kompaktně uzavřený film bez pórů. Provádí se povrstvením, nebo zatíráním termoplastickými pryskyřicemi. Nanesený film musí být dostatečně pružný, pevný a s dostatečnou adhezí. Vodotěsnost se pohybuje okolo 400 – 700 cm v.s. Tyto úpravy nejsou vhodné pro oděvy, neboť tkanina se stává neprodyšnou, nošení je nehygienické. Využívají se jen pro zesílení namáhaných míst oděvu (oblast kolen, loktů a ramen). Jejich využití je směřováno především do oblasti technické konfekce (autoplachty, stanoviny a velkoplošné haly).

Prodyšné

Úprava zajišťující „odperlující“ efekt. Jedná se o konečné vodoodpudivé úpravy (DWR). Jednotlivá vlákna textilie jsou obalena tenkým hydrofobním filmem, prodyšnost zde zůstává zachována.

Používají se hydrofobizační prostředky na bázi silikonů. Výhodou této úpravy je velmi dobrý hydrofobní efekt, dostatečná stálost úpravy, univerzálnost použití na různé druhy vláken, zlepšení mačkovosti a příjemný omak. Nevýhodou je vysoká cena a citlivost na předúpravu materiálu. Dále se používají fluorkarbonové prostředky, které vynikají svou stálostí v praní. Použitím těchto prostředků se textilie stává i oleofobní. Úpravu je nutné pravidelně obnovovat, oděv je vhodné nechat odborně vyprat a znovu nanést impregnaci.

Využití: Sportovní oděvy určené pro nižší zátěž, vycházkové oděvy, úprava svrchní textilie u membránových laminátů. [12]

Tabulka č.3: Výhody a nevýhody povrstvených textilií

Výhody	Nevýhody
Nižší cena v porovnání s membránami	Nižší mechanická odolnost
Vzniklá vlhkost na povrchu je rychleji odvedena než u membrán	U některých druhů se vyskytuje nežádoucí šustivost
Některé druhy povrchových úprav se stávají i úpravou oleofobní, nešpinivou	Se vzrůstající voděodolností, klesá prodyšnost

[15]

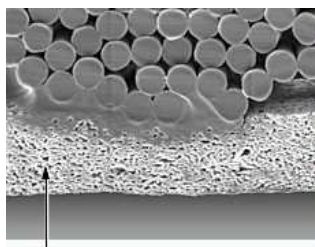
2.2.1.2 Membránové textilie

Lamináty se skládají z membrány a svrchní textilie, případně podšívky. Membrána se vyrábí jako samostatná fólie. Tloušťka membrány se pohybuje od 0,2 μm do 10 μm . Svrchní textilie je impregnovaná proti smáčení povrchu, tato úprava není zpravidla trvalá. Membrána se laminuje na vrchový materiál pomocí pojiva, tlaku a tepla. Textilie opatřená membránou se stává vodovzdorná a odolává tlaku vodního sloupce.

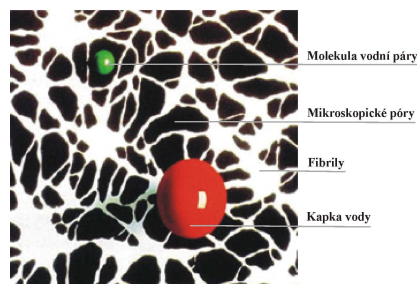
Rozdělení membrán:

a) Mikroporézní membrány (obr.2)

Obsahují na jednom čtverečním centimetru přes 1,4 miliardy mikroskopických pórů. Velikost pórů se pohybuje od 0,1 – 0,3 μm . Tyto póry jsou asi 20 000krát menší než kapka vody (100 μm) a zároveň 700krát větší než molekula vodní páry (0,0004 μm). Membránou tedy voda v kapalně formě z okolního prostředí nemůže pronikat dovnitř oděvu, ale pot může snadno procházet ven (obr.3). Póry jsou rozmístěny chaoticky a mají lomené dráhy, tím se zajišťuje i větruvzdornost.



Obr. 2 Speciální pórovitá struktura membrány



Obr. 3 Schéma znázornění funkce membrány

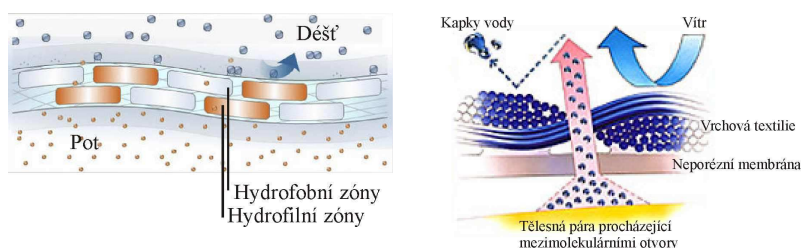
Příklady materiálů s mikroporézní membránou:

GORE-TEX® (W.L.Gore & Associates) - mikroporézní polytetrafluorethylenová membrána, odolávající tlaku vodního sloupce dle typu 4000 – 6000 cm v.s. Tloušťka membrány se pohybuje od 0,02 do 0,05 mm

POROTEX® (GUMOTEX, ČR) - je prvním porézním materiálem vyvinutým v České republice. Porézní polyuretanová membrána. [1, 14, 15]

b) Neporézní membrány (hydrofilní membrány)

Struktura membrány se skládá z hydrofilních zón (polyéter), které propouští molekuly vodních par, a ze zón hydrofobních (polyester), které tvoří bariéru kapkám vody (obr.4). Čím větší množství potu má membrána zpracovat, tím rychleji pracuje. Membrána na jedné straně absorbuje vlhkost a na straně druhé se vlhkost odpařuje. Oproti mikroporézním membránám zde nedochází k ucpávání pórů nečistotami.



Obr. 4 Grafické znázornění funkce hydrofilní membrány

Příklady neporézních membrán:

Dermizax (Toray, Japonsko) - Neporézní, polyuretanová membrána s parametry odolnosti proti vodnímu tlaku 2 000 cm v.s. Vyznačuje vysokou návratností do původního stavu a odolností proti olupování. [4]

Sympatex (Sympatex® Technologies GmbH, Německo) – Neporézní, polyesterová membrána, vyznačuje se lehkostí a pružností. Tloušťka 0,01 mm, odolnost proti vodnímu tlaku 1000 cm v.s. Membrána je složena ze 70 % PES a 30 % PE. [3]

Gelanots (Tomen, Itálie, Francie) – Neporézní polyuretanová membrána, která může být laminována na široký rozsah svrchních látek. Odolává tlaku vody 1 000 cm v.s. Své vlastnosti si zachovává i při velmi nízkých teplotách.

Climatic® EXTREMe 3L (Climatic, Japonsko) - Neporézní polyuretanová membrána, odolávající tlaku vody 2200 cm v.s. [2, 4]

Tabulka č.4: Výhody a nevýhody membránových textilií

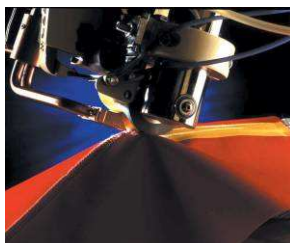
Výhody	Nevýhody
Vysoká odolnost vůči působení vody - vodotěsnost	Vyšší cena ve srovnání s vrstvenými textiliemi
Nyní možnost kombinace s pružnými materiály	U dvouvrstevných laminátů riziko poškození membrány
Zachování vysoké míry prodyšnosti ve srovnání se zátěry	Nutnost obnovení impregnace vrchové textilie po několikanásobném praní

2.3 Technologie spojování vysokofunkčních materiálů

Při výrobě vysokofunkčních oděvů se využívají konvenční a nekonvenční technologie spojování. Hlavním požadavkem výsledného spoje je vysoká odolnost vůči působení vody se zachováním potřebné pevnosti.

2.3.1 Spojování technologií šitím a následné zajištění páskou

Současně nejpoužívanější metoda spojování vysokofunkčních výrobků v ČR. Technologie spojující konvenční i nekonvenční metody. Při spojování vysokofunkčního oděvu dochází ve švu ke vzniku malých otvorů, které jsou způsobeny proniknutím jehly skrz tkaninu. Tento otvor znamená pro výrobce celkové narušení vodotěsnosti výrobku, proto musí být veškeré švy speciálně zalepeny páskou (obr.5). Fotografická dokumentace se nachází v příloze č.5.



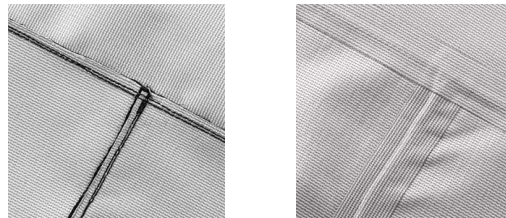
Obr. 5 Zajišťování švu nepropustnou páskou

Švová záložka:

Šířka švové záložky je volena podle šířky použité nepropustné pásky. Pokud se šev zajišťuje páskou o šířce 22 mm bude šířka švové záložky 6 mm. Při použití pásky o šířce pouhých 13 mm tzv. „Micro Tape“ (obr.6) se šířka švové záložky snižuje jen na 2,5 mm. Používají se šicí stroje s ořezem, čímž se zajistí čistý okraj bez odstávajících nití. Pokud zůstane okraj materiálu nezačištěn, odstávající nitě tvoří funkci knotu pro vnik vlhkosti. Tím je narušena výsledná vodotěsnost výrobku.

Nepropustná páska:

Je určena pro zajištění švu z rubní strany oděvu, zabraňuje vniknutí vlhkosti. Pro každý druh materiálu je určena speciální páska. Je složena z membrány, která je opatřena termoaktivní vrstvou PUR. Pomocí této vrstvy se páska lepí na šev. Při lepení se dodržují parametry teploty, rychlosti práce a tlaku stlačeného vzduchu. U každého druhu materiálu se tyto parametry mění. U třívrstvých materiálů se používá páska, která je opatřena vrstvou shodnou s rubní stranou laminátu (podšívky) (obr.6). Zajistí se neviditelnost švu z rubní strany oděvu a tím i celkový estetický vzhled.



Obr. 6 Šev s švovou záložkou 2,5 mm a následné zajištění nepropustnou páskou

Princip lepení švu:

Do přístroje (obr.7) je přiváděn stlačený vzduch, který nahřívá termoaktivní adhézní vrstvu nepropustné pásky. Obsluhující pracovník navádí šev mezi přítlačné válce, které pásku trvale spojí s oblastí švu.



Obr. 7 Švový lepící stroj - PFAFF Tapetronic 8303-040 & -041

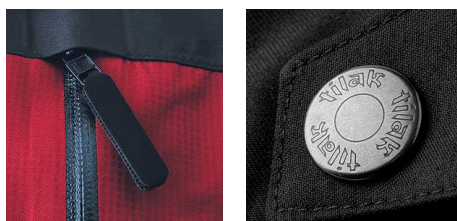
Tabulka č.5: Výhody a nevýhody spojování šitím se zajištěním páskou

Výhody	Nevýhody
Ověřená technologie	Složitý výrobní postup
Eliminace hmotnosti použitím pásky „Micro Tape“	Výsledné prodražení výrobku
Vznikají kvalitní švy s vysokou vodotěsností a pevností	Narůstání hmotnosti
	Snížení prodyšnosti

Zvláštní technologie zajištění švu páskou se využívá u výrobků Soft Shell, kde rubní strana je pokryta tepelně izolační vrstvou. V oblasti švu se tato vrstva pomocí speciálního přístroje odstraňuje („Skajlovací přístroj“), zajistí se lepší přilnutí pásky na rubní stranu materiálu.

Drobná příprava:

U výrobků, kde se požaduje vysoká odolnost vůči působení vody se využívají voděodolná zdrhovadla a knoflíky (obr.8). Voděodolná zdrhovadla mají speciální konstrukci, která brání protékání deště přes zdrhovadlo. S použitím voděodolných zipů se používá pouze vnitřní léga, odpadá použití vnějšího podkrytu zdrhovadla. Tím se snižuje celková hmotnost výrobku. Zpravidla se využívá technologie vlamínování zdrhovadla do oděvu, bez použití švů. [1, 14]



Obr. 8 Voděodolná zdrhovadla a knoflíky

2.3.2 Nekonvenční spojování

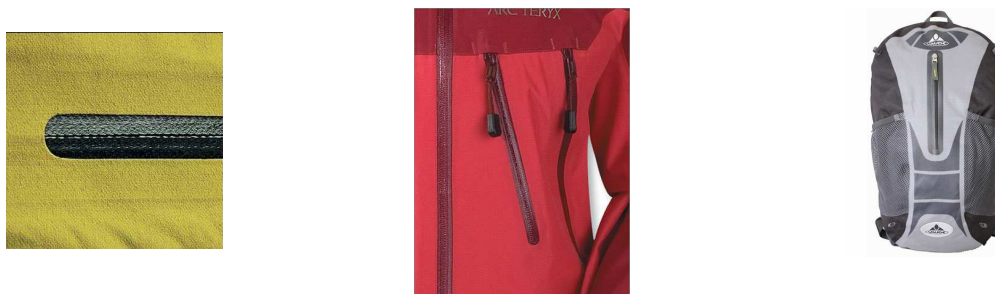
Tato metoda je vhodná pro spojování vysokofunkčních materiálů odolávajících působení vody, protože jsou převážně vyráběny z termoplastických vláken, jejichž vývoj podmínil vznik těchto technologií spojování.

2.3.2.1 Lepení

Proces spojování stejných nebo různých druhů materiálů lepidlem (adhezivem). Materiál libovolného složení se může spojovat za studena nebo za tepla za působení tlaku. Lepením se vytváří spoje nerozebíratelné. [10]

Tepelné spojování nebo také lepení za tepla či laminace spočívá v aplikaci speciální vrstvy lepidla mezi spojované materiály, které se za působení vysokého tlaku a teploty spojí.

Tato technologie spojování se využívá při výrobě outdoorových oděvů např. zajištění klasických švů nepropustnou páskou, využití jen v určitých částech oděvu: vlamínované zipy, kapsy, protisněhové zábrany a další. Otvor pro voděodolné zdrhovadlo se nejprve vypálí a následně se vlamínuje do oděvu (obr.9). [11]



Obr. 9 Zdrhovadla kapes laminovaná do výrobku

[11,14]

2.3.2.2 Svařování

Svařování představuje spojování dvou a více vrstev termoplastických materiálů, působením tlaku a tepla. Svařovaný spoj má stejné složení jako spojovaný materiál, tvoří s ním jednotný celek a je nerozebíratelný. Nevýhoda svařování je omezení na použití materiálů s obsahem alespoň 60 % termoplastických vláken.

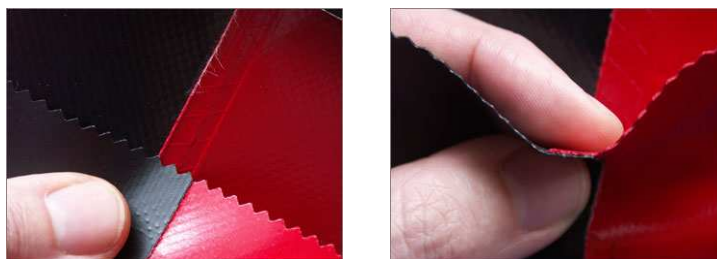
Dělení svařování:

a) Exotermické – Nejjednodušší a velmi levný způsob svařování. Teplo přivádíme do svařovaného spoje z vnějšku nebo z vnitřku. Dochází k přímému styku svařovaného materiálu se zdrojem tepla. Přivedené teplo termoaktivní materiál svařovaných součástí nataví a spojení se dosáhne přitlakem. Podle přívodu tepla rozlišujeme exotermické svařování na svařování vyhřívanými klíny (ohřev z vnitřní strany) a vyhřívané čelisti (ohřev z vnější strany). Tento způsob spojování lze použít jen u materiálů do tloušťky 0,5 – 0,7 mm. Nežádoucím efektem jsou neodstranitelné stopy po svařovacích elementech.

b) Endotermické – Teplo se vytváří na styčných plochách svařovaného spoje. Vnitřním třením molekul vzniká teplo a působením tlaku pak dochází ke spojení. Endotermické svařování dělíme na vysokofrekvenční a ultrazvukové svařování. [10]

1. Vysokofrekvenční spojování

Při vysokofrekvenčním spojování jsou dva kusy materiálu spojeny (obr.10) současným působením vysokého tlaku a elektrického pole o vysoké frekvenci. Svařované součásti leží mezi elektrodami, které vydávají potřebnou vysokofrekvenční energii (změkčí tkaninu) a současně lisují svařovaný materiál. Výsledkem je pevný spoj. Využití v oblasti technických bund, stany, autoplachty, textilní haly a batohy apod.



Obr. 10 Spoj vytvořený vysokofrekvenčním spojováním

Tabulka 6: Výhody a nevýhody vysokofrekvenčního spojování

Výhody	Nevýhody
Není potřeba šicího materiálu ani jiného spojovacího prostředku.	Není možno svářet materiály s nižším obsahem syntetických vláken.
Nevzniká vrásnění spojů.	Nevhodný tvar elektrody může narušit spoj.
Jednoduchý spojovací proces umožňuje vysokou automatizaci.	Některé druhy materiálů vyžadují použití izolačního materiálu, zabraňujícího nežádoucího spojení elektrody a materiálu.

[10,11]

2. Ultrazvukové spojování

Je to způsob spojování dvou materiálů využitím ultrazvukové energie ve svařovacím místě (obr.11). Svařované materiály se v místě sváru sevrou mezi zdroj ultrazvukových vibrací za působení tlaku. Směr ultrazvukových vibrací musí být kolmý ke svařovanému materiálu. Pohybem a třením molekul vzniká v místě sváru teplo, které roztaví syntetický materiál, po působení tlaku dojde ke spojení. Poté je spoj pod tlakem podlepen pevnostní páskou (obr.12). Ultrazvukové svařování lze použít při spojování textilií s minimálně 40 % termoplastických vláken. [10]

Využití: Tento způsob spojování se používá například na batozích a oblečení (obr.13).



Obr. 11 Spoj vytvořený ultrazvukovým svařováním



Obr. 12. Pevnostní páska



Obr. 13 Lehká nepromokavá bunda „Faster and Lighter“ se švy svařovanými ultrazvukem, vyrobila firma-Columbia

Ultrazvukové svařování lze provést např. na Svařovacím stroji PFAFF 8310. Ovládá se nožním pedálem (regulace rychlosti 50 – 100 %). Pracuje s frekvencí 35.10^3 Hz. Ultrazvukové svařování je automaticky regulováno během spojování.

Přídavné kotouče jsou ve dvou velikostních provedeních – 65 a 30 mm. Vzory koleček jsou dodávány v různých provedeních (obr.14). Nejnovější typ přístroje CUT & SEAL umožňuje současné spojení a oříznutí okraje materiálu (obr.15). Minimalizace švové záložky. Tloušťka materiálu musí být min 5 µm.



Obr. 15 Vzor kotouče s dráhou pro imitaci šití



Obr. 14 Spoj vytvářený pomocí přídavného zařízení CUT & SEAL

Tabulka č.7: Výhody a nevýhody ultrazvukového spojování

Výhody	Nevýhody
Vyšší produktivita práce, zkrácení výrobního procesu.	Jednotlivé parametry se musí individuálně nastavovat pro každý materiál a pro každý druh operace.
Minimalizace švové záložky – snížení hmotnosti výrobku.	Není možno svářet materiály s nižším obsahem syntetických vláken.
Možnost automatizace.	Vysoké náklady na nákup technologie.
Větší komfort, nepocítují se spoje.	Nedostatečná pevnost
Čistější vzhled výrobku.	Spoj se musí zajistit pevnostní páskou.

[10,11, 16]

2.4 Testování propustnosti vody

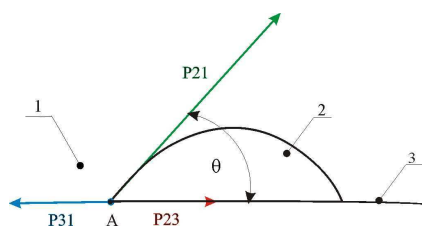
Vzájemné působení vody s plošnou textilií může probíhat několika způsoby:

- Voda je na povrchu textilie
- Voda vniká do struktury textilie
- Voda proniká přes textilií

2.4.1 Hodnocení vodoodpudivosti povrchu textilie

Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení se provádí podle normy ČSN EN 24 920. Voda tvoří na hydrofobním povrchu kapky. Povrchové napětí textilie se snižuje povrchovou úpravou (hydrofobním povrstvením, zátěrem).

Metodou zjišťujeme stupeň smáčení textilie, který se stanoví porovnáním povrchu s předepsanou srovnávací stupnicí a srovnávacími fotografiemi. Dále se hodnotí úhel smáčení θ , který se vytvoří na rozhraní tří fází, v tomto případě kapalina (voda), pevná látka (textilie) a plyn (vzduch) (obr.16).



Obr. 16 Úhel smáčení

1.....vzduch

2.....kapka vody

3.....textilie

P_{21}Povrchové napětí mezi vodou a vzduchem

P_{23}Povrchové napětí mezi vodou a textilií

P_{31}Povrchové napětí mezi textilií a vzduchem

Napětí P_{31} mezi textilií a vzduchem v bodě A je vyjádřeno vztahem:

$$P_{31} = P_{23} + P_{21} \cos \theta$$

[12,17]

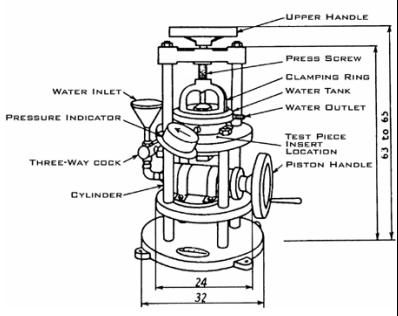
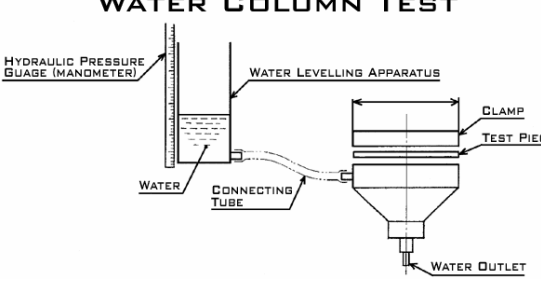
Čím vyšší je úhel smáčení, tím lepší je vodoodpudivý efekt:

2.4.2 Zkouška tlakem vody

Měření odolnosti textilie proti pronikání vody se provádí podle normy ČSN EN 20 811 (ISO 811). Podstatou zkoušky je stanovení výšky vodního sloupce, který je textilie schopna udržet. Textilie se stává odolnější vůči pronikání vody se vzrůstající výškou vodního sloupce. Na jednu stranu textilie působí stále se zvyšující hydrostatický tlak tak dlouho, dokud nedojde na třech místech vzorku k proniknutí vody. Dále se zjišťuje čas a množství prošlé vody. Tlak se přepočítává podle normy na cm vodního sloupce (1 cm vodního sloupce = 98,0665 Pa \approx 100 Pa). [7]

V zahraničí se převážně využívají přístroje pro měření propustnosti vody textilií uvedené v následující tabulce.

Tabulka č.8: Tlakové testery pro měření propustnosti vody

	Nízký hydraulický tlak	Vysoký hydraulický tlak
Přístroj	WATER RESISTANCE TESTER  JIS L 1092 A	WATER COLUMN TEST  JIS 1 1092 B
Norma	ISO 811	-
Rozsah výšky v.s.	0 – 200 cm	200 cm – 4 000 cm
Oblast použití	Textilie s vyšší dostavou	Textilie membránové, zátěrové

[8]

2.4.3 Testování vodotěsnosti hotových výrobků

Výrobce membrány GORE-TEX®, společnost W.L.Gore & Associates, používá k testování vlastností svrchního oblečení dešťovou komoru (obr.17), která simuluje podmínky deštivého počasí v prodloužených časových intervalech. V této dešťové komoře je téměř sedm metrů nad zemí umístěna řada různých speciálních vodních trysek. Trysky v kombinaci s výškou upevnění vytvářejí vodní kapky, které přesně simulují skutečný déšť. Simulovaný déšť o intenzitě 7,5 cm vody za hodinu je ekvivalentem silné bouřky. Trysky umístěné na postranních stěnách a namířené na oblast předního zapínání oblečení mohou vytvořit ještě náročnější podmínky, kdy intenzita deště dosahuje přibližně 55 cm za hodinu.

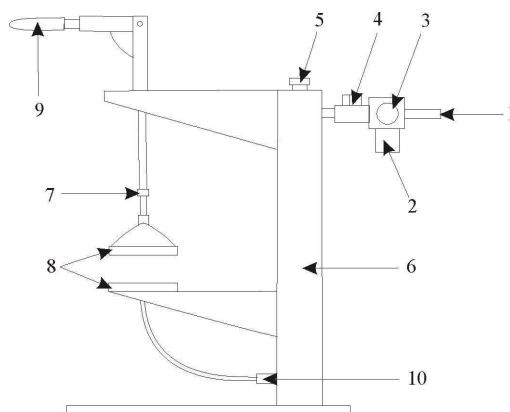


Obr. 17 Testování nepromokavosti svrchního oblečení využívajícího membránu GORE-TEX® v dešťové komoře

Výrobci nepromokavých oděvů své výrobky testují přímo v reálných podmínkách expedicích zaměřených na vysokohorskou turistiku. [1]

2.4.4 Měření propustnosti vody v oblasti švů (spojů) testerem nepropustnosti švů

U výrobků, kde požadujeme vysokou odolnost vůči působení vody, se vodotěsnost spojů ověřuje testerem nepropustnosti švů (obr.18). Před měřením se nastaví potřebný tlak a čas, po který bude šev vystaven požadovanému tlaku. Pokud šev nepropustí při nastavených parametrech vodu, může se následně označit za vyhovující a dále použít ve výrobku. Výsledkem zkoušky je tlak v MPa, který se následně přepočítává na cm vodního sloupce. Používají se tlakové, vodní testery. Nejčastěji jsou přístroje přenosné. Přístroje jsou založeny na principu působení tlaku na lící stranu textilie v místě švu.



Obr. 18 Tester nepropustnosti švů

Popis testeru:

- | | |
|---|---|
| 1. Rychlospojka – přívod stlačeného vzduchu | 6. Zásobník vody |
| 2. Redukční ventil | 7. Seřizovací šroub vzdálenosti čelistí |
| 3. Manometr | 8. Horní a dolní čelist |
| 4. Mechanický ventil | 9. Páka |
| 5. Šroub s těsněním | 10. Ústí hadičky |

[18]

Využití testeru:**a) Při výrobě vodotěsných vysokofunkčního oděvu**

Testery jsou využívány výrobci vysokofunkčních výrobků pro zajištění kvalitních, trvanlivých a vodotěsných spojů. Přístrojem se určí zda jsou při zajištění švu nepropustnou páskou použity správné parametry spojování (teplota, tlak, rychlost), obsluha si testerem ověří správné nastavení lepícího stroje.

b) Při reklamaci oděvu uživatelem

Pomocí testeru se snadno najde poškození oděvu, místo pronikání vlhkosti z vnějšího okolí. Následně se toto poškození opraví vodotěsnou páskou, používanou na zajištění švu.

Typy testerů:

Nízkotlaké přístroje měří do výšky vodního sloupce 200 cm. Tlak je vyvíjen zpravidla mechanicky ručním balónkem.

Vysokotlaké přístroje jsou schopny měřit až do výšky vodního sloupce 2000 cm. Přístroj musí být připojen ke zdroji stlačeného vzduchu.

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST PRÁCE

3.1 Cíl práce

Bakalářská práce zjišťuje vliv technologie provedení spojů na efekt nepromokavosti v oblasti švů.

Cílem bylo zjistit nejvhodnější přístroj pro měření propustnosti vody v oblasti švů. Byly testovány vzorky vysokofunkčních materiálů se švy zajištěnými nepropustnou páskou a spoje svařované ultrazvukem. Zkoušení bylo provedeno na různých typech testerů.

Dále byla provedena zkouška pevnosti švu pro srovnání kvality spoje zajištěného páskou oproti nekonvenční metodě spojení.

3.2 Charakteristika testovaných materiálů

3.2.1 Oděvní textilie

Jedná se o textilie používané hlavně pro výrobu sportovních svrchních oděvů, které jsou určeny do prostředí s nepříznivými podmínkami.

3.2.1.1 GORE-TEX XCR[®] III. vrstvý

Třívrstvý laminát složený z pórovité polytetrafluorethylenové membrány. Je nepromokavá, prodyšná a zároveň větruvzdorná (díky labyrintové struktuře). Odolává tlaku vodního sloupce o výšce až 6 000 cm a prodyšnost je < 6,0 RET. Svrchní polyamidová textilie je opatřena fluorkarbonovou voděodolnou úpravou. Do struktury membrány je zapracována oleofobní substance, která tvoří bariéru pro vniknutí nečistot. Oděvy s třívrstvého laminátu vynikají svou odolností. Konstrukce laminátu je tvořena vrchovou tkaninou, membránou a polyesterovou podšívkou. Výrobce materiálu je W.L.Gore & Associates.

3.2.1.2 GORE-TEX XCR® II. Vrstvový

Membrána je spojena pouze s vrchovou tkaninou a zevnitř je zpravidla chráněna volnou podšívkou. Nejčastěji se používají podšívky polyamidové nebo polyesterové. Výrobky z dvouvrstvého laminátu jsou univerzálnější, lehčí a prodyšnější. Laminát s prodyšností < 4,0 RET odolává tlaku vodního sloupce 4 000 cm. Membrána je spojena pouze s vrchovou tkaninou a zevnitř je zpravidla chráněna volnou podšívkou. Výrobky z dvouvrstvého laminátu jsou univerzálnější, lehčí a prodyšnější. Výrobcem materiálu je W.L.Gore & Associates.

3.2.1.3 GORE-TEX® Paclite

Materiál vyniká svou lehkostí a odolností. Výrobky zhotovené z tohoto laminátu jsou velice dobře skladné. Může být používán z podšívkou, nebo jen samostatně. Označení Paclite může mít jen bunda vážící méně než 500 gramů. Materiál odolává tlaku vodního sloupce o výšce 4 000 cm a prodyšnost je < 6,0 RET. Výrobcem materiálu je W.L.Gore & Associates.

3.2.1.4 GORE-TEX® Shoft Shell

Soft Shell je souhrnné označení materiálů nové generace. Svými vlastnostmi by měly stačit na 80% podmínek, se kterými se jedinec při pobytu v přírodě setká. Jsou větruvzdorné, mají vysokou míru vodoodpudivosti, jsou elastické a vynikají vysokou mechanickou odolností. Odolává tlaku vodního sloupce o výšce až 6 000 cm. Jeho způsob konstrukce se podobá třívrstvému GORE-TEXU, jen jeho podšívkou má funkci tepelně izolační vrstvy. Výrobcem materiálu je W.L.Gore & Associates.

[1, 14]

3.2.1.5 Dermizax

Dvouvrstvý laminát se vyznačuje vysokou odolností proti olupování, čímž se minimalizuje poškození polyuretanové membrány či snížení její účinnosti

při agresivních pohybech. Je schopen odolat účinkům mořské vody, potu i mnohonásobného praní. Odolává tlaku vodního sloupce o výšce 2 000 cm. Prodyšnost je okolo 10 000 g/m²/24h. Vrchová tkanina je složena ze 100 % polyesteru a je opatřena vodoodpudivou úpravou a účinností 80 % po 20 pracích cyklech. Laminát se vyrábí v šíři 1,45 m. Tkanina se vyrábí i v „ripstopové“ vazbě, která zvyšuje pevnost laminátu. Výrobce materiálu je Toray.

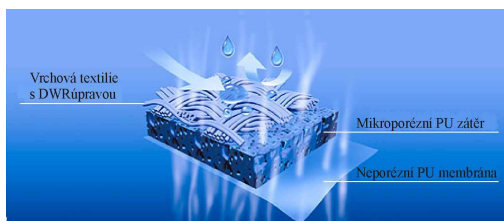
3.2.1.6 Dermizax EV

Laminát složený za tří vrstev. Vrchová polyesterová tkanina se zvýšenou odolností impregnace s účinností 80 % po 100 pracích cyklech. Nesmáčivost svrchní textilie účinně podporuje prodyšnost membrány. Vysocefunkční neporézní membrána má garanci výrobcem 8 pracích cyklů. Podšívka je složena ze 100 % polyesteru. Odolává tlaku vodního sloupce 2 000 cm a prodyšnost je 20 000 g/m²/24h. Laminát se vyrábí v šíři 1,45 m. Výrobce materiálu je Toray.

3.2.1.7 Entrant HB

Laminát se vyznačuje strukturou, která efektivně slučuje výhody nabízené mikroporézní povrchové úpravy a technologií laminátu. Skládá se ze tří vrstev. Vrchová tkanina je složena ze 100 % polyamidu a je opatřena DWR úpravou s účinností 80 % po 20 pracích cyklech. Další vrstvou je mikroporézní PU zátěr a poslední vrstvu tvoří neporézní PU membrána (obr.19). Odolává tlaku vodního sloupce 2 000 cm a prodyšnost je 20 000 g/m²/24h. Laminát se vyrábí v šíři 1,47 m. Výrobce materiálu je Toray.

[4]



Obr. 19 Speciální konstrukce materiálu Entrant HB

3.2.2 Technické textilie

Jedná se o textilie používané pro výrobu stanů, které jsou určeny pro turistiku a pobyt v přírodě.

3.2.2.1 Stanovina – Tropiko

Zátěrová textilie tvořená polyesterovou tkaninou, polyuretanovým a silikonovým zátěrem. Textilie má zvýšenou UV ochranu. Mechanickou odolnost zaručuje RIPSTOP zesílení. Odolnost tlaku vodního sloupce přes 1000 cm.

3.2.2.2 Stanovina – Podlahy

Zátěrová textilie tvořená polyamidovou tkaninou, polyuretanovým a silikonovým zátěrem. Vyznačuje se vysokou pevností. Odolnost vůči vodnímu tlaku přes 1300 cm (zpravidla však vyšší).

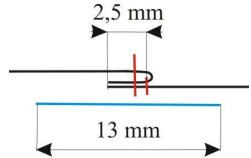
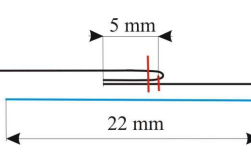
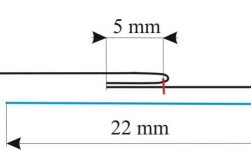
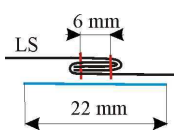
3.3 Použité technologie spojů

Při výrobě vzorků byly použity dvě různé technologie spojení materiálů.

3.3.1 Spojení technologií sešitím a zajištění páskou

Tato technologie spojování byla provedena podle parametrů používanými výrobcí při zhotovování vysokofunkčních oděvů. Vzorky z materiálů GORE-TEX® byly zhotoveny firmou Tilak, a.s. Vzorky z materiálů Dermizax a Entrant zhotovila firma ALPI SPORT CENTRUM s.r.o. Vzorky materiálů pro výrobu stanů byly dodány firmou JUREK S+R s.r.o. Následující tabulka blíže specifikuje testované spoje.

Tabulka č.9: Parametry použitých typů švů

Typ švu	Nákres	Typ stehu	Počet stehů /cm	Typ nití	Typy materiálů
Přeplátovaný šev 2.02.03		Dvounitný vázaný steh 301	5 stehů	GUTER- MANN 302 100% PAD	-Gore-tex XCR II.
					-Gore-tex XCR II. -Soft shell -Paclite
Jednoduchý hřbetový šev 1.01.01		Dvounitný vázaný steh 301	3 stehy	Belfil- S 100 % PES (firma AMANN)	-Dermizax -Dermizax EV -Entrant
Přeplátovaný šev 2.04.04		Dvoujehlový čtyřnitný vázaný steh	2,5 stehů	100 % PES	Stanoviny

Jednotlivé typy materiálů mají individuální nastavení přístroje pro podlepování švů nepropustnou páskou.

Tabulka č.10: Nastavení lepicího stroje podle daného materiálu

Materiál	Teplota [C°]	Tlak [MPa]	Rychlost [m/min]
Gore-TEX	400-650	0,25-0,3	2-3,5
Dermizax	470-500	0,03-0,06	4
Dermizax EV	530-550	0,03-0,06	4
Entrant	450	0,03-0,06	4

Hodnoty jsou přibližné, vycházejí z nejčastěji používaných hodnot. Správné nastavení lepicího zařízení je vhodné ověřit testerem nepropustnosti švů. Vzorčky testovaných materiálů jsou přiloženy v příloze č.1.

Pro každý druh materiálu byla pro zajištění švu použita nepropustná páska, která byla dodána výrobcem dané textilie. Následující tabulka popisuje tyto použité nepropustné pásy.

Tabulka č.11: Charakteristika použitých typů nepropustných pásek

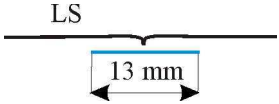
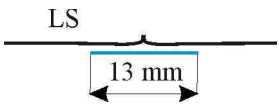
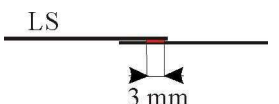
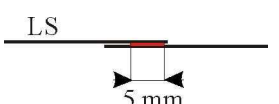
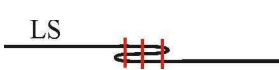

Typ materiálu	Typ pásky	Složení
III. vrstvý GORE-TEX XCR	13 mm XCR	PTFE + termoaktivní vrstva PUR + PES podšívka
II. vrstvý GORE-TEX	22 mm	PTFE + termoaktivní vrstva PUR
GORE-TEX Paclite	13 mm Paclite	PTFE + termoaktivní vrstva PUR
GORE-TEX Soft shell	22 mm Soft shell	PTFE + termoaktivní vrstva PUR
Dermizax, Dermizax EV, Entrant	22 mm univerzální	PU + tepmoaktivní vrstva PUR
Stanovina	22 mm	PU + termoaktivní vrstva PUR

Vzorky nepropustných pásek jsou přiloženy v příloze č.2.

3.3.2 Ultrazvukové svařování

Ultrazvukové svařování bylo provedeno jen u vybraných typů materiálů pro srovnání propustnosti vody s klasickou metodou spojování vysokofunkčních výrobků sešitím a zajištěním nepropustnou páskou. Nová metoda spojování byla realizovaná na přístroji PFAFF 8310 v Německu a postupně se zavádí do výroby vysokofunkčních oděvů.

Tabulka č.12: Parametry použitých typů spojů

Provedení spoje	Označení přístroje	Nákres	Výkon [%]*	Tlak [MPa]	Rychlost [m/min]
CUT § SEAL	8310 – 043/001		3	0,2	2
CUT § SEAL líc vrub	8310 – 043/001		3	0,2	2
Hladké pracovní kolo -3 mm	8310 – 042/001		3	0,2	2
Drážkované pracovní kolo – 5 mm	8310 – 042/001		4,5	0,2	2
Imitace šití – 2 dráhy	8310 – 042/001		5,4	0,1	3
Imitace šití – 3 dráhy	8310 – 042/001		5,4	0,1	3

* Výkon stroje je bezrozměrný, 100 % výkon je 30.

Všechny spoje musí být zajištěny pevnostní páskou z důvodu nedostatečné pevnosti samotného spoje. Pevnostní páska má adhezivní vrstvu, která zabezpečuje nepropustnost vody. Páska byla použita jen u typu spoje CUT § SEAL, u ostatních typů spojů nebyla páska výrobcem dodána. Podlepení spoje pevnostní páskou bylo provedeno na přístroji PFAFF 8303–040/002. Vzorky jednotlivých druhů spojení jsou přiloženy v příloze č.1 a obrazová analýza v příloze č.4.

3.4 Použité testovací zařízení

Pro zjištění vodotěsnosti švů byla použita tři testovací zařízení. První měření bylo provedeno ve firmě Tilak a.s. pro zastoupení testování využívané při výrobě vysokofunkčních oděvů. Další měření bylo uskutečněno na katedře Oděvnictví v laboratoři Komfortu na testeru nepropustnosti švů a pro srovnání i na přístroji pro stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem.

3.4.1 Tester nepropustnosti švů (firmy Tilak a.s. – Šumperk)

Tlakový tester s maximálním možným tlakem 0,06 MPa. Tlak byl vyvíjen mechanicky pomocí ručního tlakového balónku.

Měření bylo provedeno dle používaného postupu výrobců oděvů z high-tech materiálů vyplívajících z jejich dlouholetých zkušeností a požadavků odběratelů. Tato zkouška označuje šev, který odolal tlaku vodního sloupce 0,02 MPa (200 cm v.s.) po dobu 120 sekund za vyhovující. Výrobci tedy tento šev mohou použít ve výrobku a zaručit odběrateli jeho kvalitu. Fotografie přístroje je v příloze č.5.

Tabulka č.13: Pracovní postup měření na testeru nepropustnosti švů (Tilak a.s.)

1.	Mechanický ventil otočit do výchozí polohy „uzavřeno“ (povolit šroub ventilu).
2.	Mezi dolní a horní čelisti vložit testovaný vzorek se spojem a sevřít čelisti stlačením páky směrem dolů (současně vložit měkčený papír pro lepší viditelnost proniklé vody švem).
3.	Mechanický ventil otočit do polohy „otevřeno“ (utáhnout šroub ventilu).
4.	Ručním tlakovým balónkem nastavit (napumpovat) tlak 0,02 MPa.
5.	Vyčkat 120 sekund a současně vizuálně sledovat případný únik prošlé vody švem.
6.	Mechanický ventil otočit do výchozí polohy „uzavřeno“ (povolit šroub ventilu).
7.	Odjistit rychloupínací páku a testovaný materiál vyjmout.
8.	Pokud došlo v průběhu zkoušky k úniku většího množství vody, je třeba ji doplnit, hladina vody v zásobníku musí být vždy nad ústím hadičky.

3.4.2 Tester nepropustnosti švů Pfaff-servis

Tlakový tester dodán firmou Pfaff-servis je určen pro měření nepropustnosti švů (spojů), které mají odolávat vysokému tlaku vody. Přístroj je schopen měřit maximálním tlakem 0,2 MPa (2000 cm v.s.). Přívod stlačeného vzduchu je realizován z centrální tlakové nádoby obsluhou. Připojení přívodu tlakového vzduchu je řešeno pomocí rychlospojky. Redukčním ventilem manometru je možné tlak regulovat dle potřeby.

Instalace testeru:

Tlakový tester se postaví na vhodný pracovní stůl a připojí se ke zdroji tlakového vzduchu pomocí rychlospojky. Do zásobníku vody, který je současně i nosným prvkem zařízení, se nalije přibližně půl litru vody a uzavře se šroubem s těsněním. Seřizovacím šroubem nastavíme vzdálenost mezi dolní a horní čelistí.

Tabulka č.14: Pracovní postup měření na testeru nepropustnosti švů (Pfaff-servis)

1.	Mechanický ventil se otočí do výchozí polohy „uzavřeno“.
2.	Redukčním ventilem se nastaví na manometru potřebný tlak vzduchu.
3.	Mezi dolní a horní čelisti se vloží testovaný vzorek se spojem a sevře se stlačením páky směrem dolů.
4.	Mechanický ventil se otočí do polohy „otevřeno“.
5.	Vizuálně se kontroluje průsak vody testovaným spojem (pro lepší viditelnost se použije měkčený papír, na kterém se při případném průsaku vytvoří viditelné skvrny).
6.	Mechanický ventil se točí do polohy „uzavřeno“, nádoba s vodou se současně „odtlakuje“.
7.	Odjistí se rychloupínací páka a testovaný materiál se vyjme.
8.	Pokud došlo v průběhu zkoušky k úniku většího množství vody, je třeba ji doplnit, hladina vody v zásobníku musí být vždy nad ústím hadičky.

[18]

3.4.3 Tlakový tester

Přístroj SDL M018 Shirley Hydrostatic Head Tester je určen pro stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem (do výše vodního sloupce 4000 cm).

Měření bylo provedeno dle normy ČSN EN 20811 (ISO 811). Vzorky byly vystaveny z lící strany stoupajícímu tlaku vody, dokud se na třech místech švu neobjevilo proniknutí vody. Výsledkem měření je tlak, který je vyjádřen výškou vodního sloupce.

3.5 Výsledky měření propustnosti vody v oblasti švů (spojů)

a) Švy zajištěné páskou

Tabulka č.15: Výsledky měření propustnosti vody u vybraných typů oděvních materiálů v oblasti švů

Číslo vzorku	Typ textilie	Výška v.s. textilie [cm]*	Přístroj I. Výška v.s. [cm]*	Přístroj II. Výška v.s. [cm]*	Přístroj III. Výška v.s. [cm]*
Vzorek č.1	GORE-TEX XCR III.	6000	200	2000	1624
Vzorek č.2	GORE-TEX XCR II.	4000	200	1000	795
Vzorek č.3	GORE-TEX Soft Shell	6000	200	2000	2398
Vzorek č.4	GORE-TEX Paclite	4000	200	2000	1125
Vzorek č.5	Dermizax	2000	200	2000	1936
Vzorek č.6	Dermizax Ripstop	2000	200	2000	1507
Vzorek č.7	Dermizax EV	2000	200	2000	1840
Vzorek č.8	Entrant HB	2000	200	2000	1382

*Výška v.s. textilie – Hodnota výšky vodního sloupce textilie deklarovaná výrobcí

Přístroj I. – Tester nepropustnosti švů (firmy Tilak a.s)

Přístroj II. - Tester nepropustnosti švů – Pfaff-servis

Přístroj III. – Tlakový tester pro stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody

Podrobné výsledky měření na přístroji III. viz příloha č.3.

Tabulka č.16: Výsledky měření propustnosti vody u vybraných typů technických materiálů v oblasti švů

Číslo vzorku	Typ textilie	Výška v.s. textilie [cm]*	Přístroj I. výška v.s. [cm] *	Přístroj II. výška v.s. [cm] *	Přístroj III. výška v.s. [cm]*
Vzorek č.9	Stanovina - Tropiko	1000	200	2000	1901
Vzorek č.10	Stanovina - Podlahy	1300	200	2000	2145

*Výška v.s. textilie – Hodnota výšky vodního sloupce textilie deklarovaná výrobcí

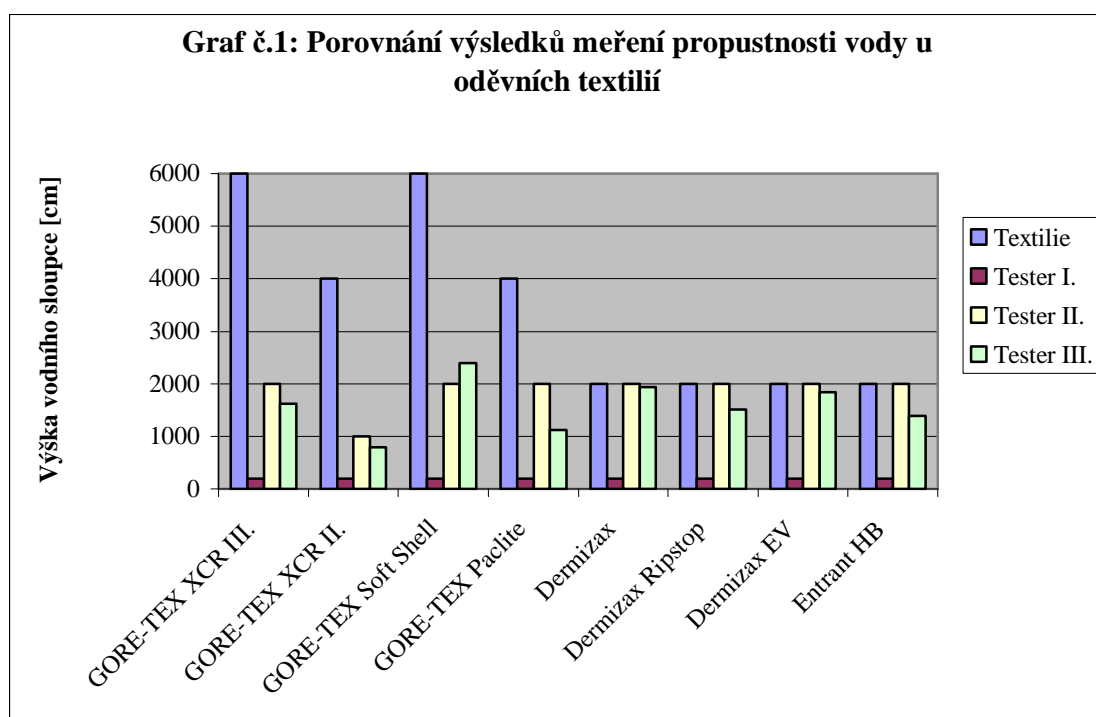
Přístroj I. – Tester nepropustnosti švů (firmy Tilak a.s)

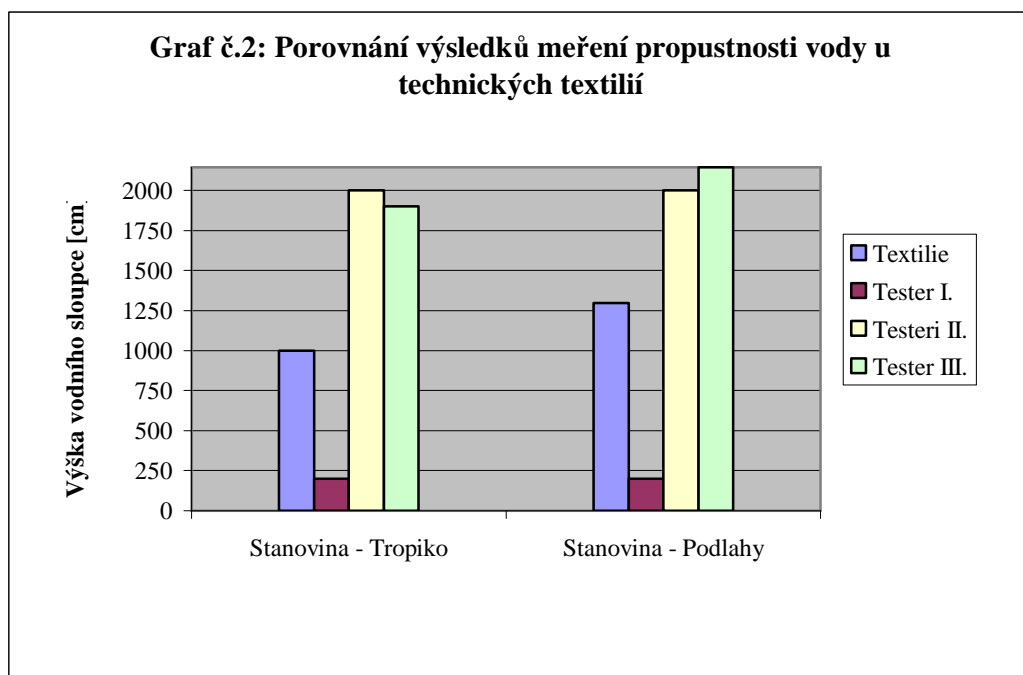
Přístroj II. - Tester nepropustnosti švů – Pfaff-servis

Přístroj III. – Tlakový tester pro stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody

Podrobné výsledky měření na přístroji III. viz příloha č.3.

Grafické porovnání výsledků měření propustnosti vody v oblasti spojů:





b) Spoje svařené ultrazvukem

Tabulka č. 17: Výsledky měření propustnosti vody v oblasti spoje u vybraných typů oděvních materiálů

Číslo vzorku	Typ textilie	Typ svařovaného spoje	Výška v.s. textilie [cm]*	Výška v.s. [cm]
Vzorek č.11	Entrant	CUT § SEAL	2000	0
Vzorek č.12	Entrant	CUT § SEAL - líc vrub	2000	2000
Vzorek č.13	GORE-TEX XCR III.	CUT § SEAL	6000	0
Vzorek č.14	GORE-TEX XCR III.	Hladké pracovní kolo 3 mm	6000	0
Vzorek č.15	GORE-TEX XCR III.	Drážkované pracovní kolo 5 mm	6000	0
Vzorek č.16	GORE-TEX XCR III.	Imitace šití – 2 dráhy	6000	0
Vzorek č.17	Dermizax Ripstop	Imitace šití – 2 dráhy	2000	0
Vzorek č.18	Entrant	Imitace šití – 3 dráhy	2000	0
Vzorek č.19	GORE-TEX XCR III.	Imitace šití – 3 dráhy	6000	0
Vzorek č.20	Dermizax Ripstop	Imitace šití – 3 dráhy	2000	0

K měření byl využit přístroj II. - Tester nepropustnosti švů – Pfaff-servis.

* Výška v.s. textilie – Hodnota výšky vodního sloupce textilie deklarovaná výrobcí

Spoj CUT § SEAL spojovaný rubními stranami k sobě vyhověl podmínkám testování propustnosti vody. Při svařování došlo k přímému spojení membrán dvou vrstev materiálu. Tento svařovaný spoj by mohl být využit při výrobě vysokofunkčních oděvů. Spoj CUT § SEAL spojovaný lícními stranami k sobě nevyhověl testování propustnosti vody, i když byla použita pevnostní páska opatřena adhezivní vrstvou. Ostatní typy svařovaných spojů také nevyhověly podmínkám testování propustnosti vody.

3.6 Měření pevnosti spojů

Zkouška pevnosti byla provedena pro ověření kvality švu zajištěného nepropustnou páskou a svařovaného spoje u vybraných oděvních materiálů. Jedná se o doplňkové orientační měření.

Měření pevnosti spoje bylo provedeno dle normy Tahové vlastnosti švů plošných textilií a konfekčních výrobků ČSN EN 80041 (ISO 13935-1) metodou Strip. Upínací délka byla upravena na 50 mm a rychlost protahování byla 75 m/min. Výsledkem zkoušky byla velikost maximální síly švu do přetrhu, která působila kolmo ke švu. Trhací přístroj byl vybaven dvojicí čelistí, z nichž jedna čelist byla pevná a druhá se pohybovala konstantní rychlostí po celou dobu zkoušky. [19]

Tabulka č.18: Pevnost švů zajištěných páskou

Typ materiálu	Entrant	GORE-TEX	Dermizax Ripstop
Pevnost spoje [N]	377,711	546,660	416,175

Tabulka č.19: Pevnost svařovaných spojů CUT § SEAL

Typ materiálu	Entrant – rub	Entrant -líc	GORE-TEX
Pevnost spoje [N]	219,035	237,724	162,971

Tabulka č. 20: Pevnost svařovaných spojů pracovními koly

Typ materiálu	GORE-TEX Hladké kolo	GORE-TEX Drážkované kolo
Pevnost spoje [N]	168,368	211,548

Tabulka č.21: Pevnost švů svařovaných švů pracovními koly – imitace šití - 3 dráhy

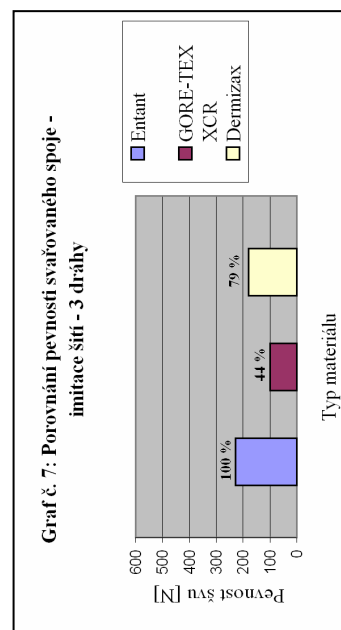
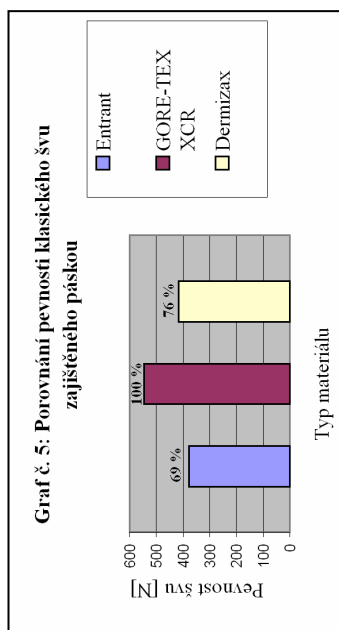
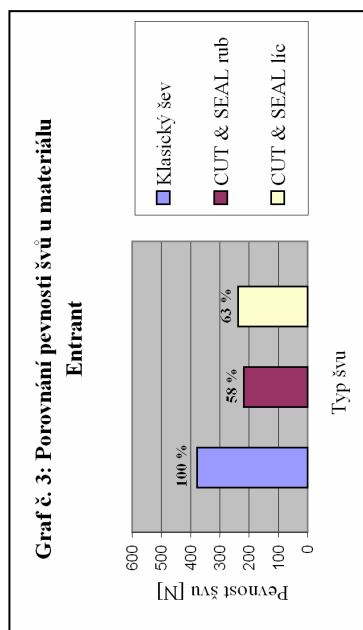
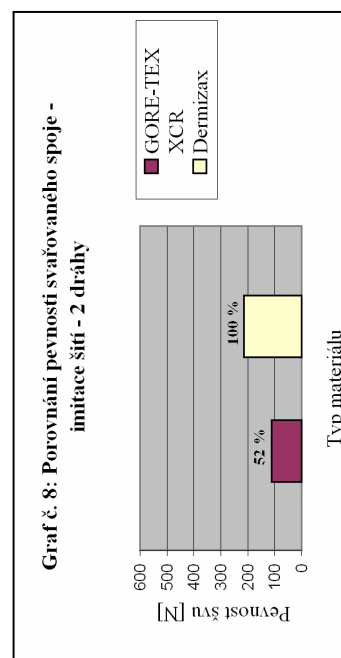
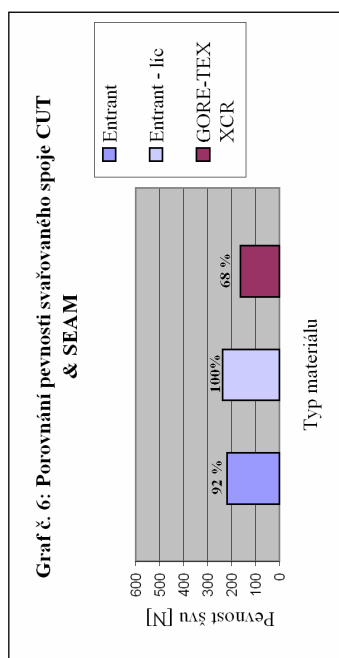
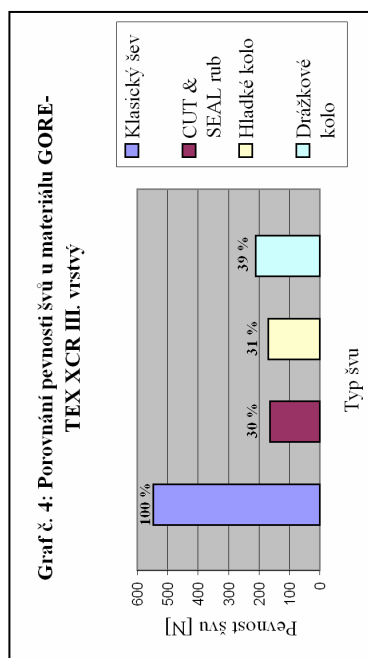
Typ materiálu	GORE-TEX	Dermizax Ripstop	Entrant
Pevnost spoje [N]	99,593	179,511	228,960

Tabulka č.22: Pevnost švů svařovaných švů pracovními koly – imitace šití - 3 dráhy

Typ materiálu	GORE-TEX	Dermizax Ripstop
Pevnost spoje [N]	111,433	213,464

Podrobné výsledky měření viz. příloha č.3.

Grafické srovnání výsledků pevnosti spoje



4 Závěr

Bakalářská práce zjišťovala vliv technologie provedení spojů na výsledný efekt nepromokavosti v oblasti švů.

Cílem bylo i stanovení nejvhodnějšího přístroje pro měření propustnosti vody v oblasti spojů. Testování vodotěsnosti spojů byla provedena na třech tlakových přístrojích, na přístroji využívané při výrobě vysokofunkčních oděvů, další na testeru nepromokavosti švů a pro srovnání i na přístroji pro stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem. Jako nejvhodnější přístroj pro měření propustnosti vody v oblasti spojů byl vyhodnocen přístroj č.2 Tester nepromokavosti švů (PFAFF-servis). Tento přístroj měřil okamžitým tlakem. Přístroj pro stanovení odolnosti textilií proti pronikání vody pod tlakem působil zvyšujícím se tlakem vody, čímž mohla být ovlivněna výsledná odolnost testovaného švu.

Z hlediska propustnosti vody byly testovány vzorky vysokofunkčních materiálů odolávající působení vody. Byly zhotoveny spojení technologií sešitím se zajištěním nepromokavou páskou a spojení svařované ultrazvukem. Vzorky spojené technologií sešitím vyhověly testování používaného při výrobě vysokofunkčních oděvů. Většina spojů odolala maximálně možnému tlaku vody na testeru nepromokavosti švů. Svařovaný spoj CUT § SEAL spojovaný rubními stranami k sobě vyhověl podmínkám testování propustnosti vody. Z hlediska propustnosti vody by mohl být svařovaný spoj využit při výrobě vysokofunkčních oděvů.

Testovala se vodotěsnost švů i pevnost švů. Zkouška pevnosti švu byla provedena pro srovnání kvality spojení technologií sešitím se zajištěním nepromokavou páskou oproti nekonvenční metodě spojení. Pevnost spoje svařovaného ultrazvukem byla přibližně o polovinu nižší než u klasického spojení sešitím a zajištěním nepromokavou páskou. Ani pevnostní páska používaná pro zvýšení pevnosti ultrazvukového spoje CUT § SEAL neposkytla spoji pevnost srovnatelnou se spojením sešitím a zajištěním nepromokavou páskou.

Výsledkem práce je možnost nahrazení, dosud používané metody spojování vysokofunkčních oděvů sešitím a zajištěním páskou, novou nekonvenční metodou spojování.

Použitá literatura:

1. <http://www.gore-tex.cz> (leden 2007)
2. <http://www.bartakconsulting.com/docs/sympatex.pdf> (únor 2007)
3. <http://www.sympatex.com/index.php?id=48&L=2> (únor 2007)
4. <http://www.torayentrant.com> (prosinec 2006)
5. <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktt/default.htm>
6. Staňek J.: Standardizace textilních výrobků I. Skriptum TU Liberec, 2005
7. Norma ČSN EN 20 811 (ISO 811)
8. <http://www.asfgroup.com/pages/components.html> (březen 2007)
9. <http://www.torayentrant.com/comfort/comf.html> (prosinec 2006)
10. <http://skripta.ft.tul.cz/data/2003-01-20/08-36-23.pdf> (březen 2007)
11. <http://www.svetoutdooru.cz/clanek/?107623-sbohem,-nite?> (únor 2007)
12. Pastrnek R., Vlach P.: Finální úpravy textilií. Skriptum TU Liberec, 2002
13. Růžičková D.: Oděvní materiály. Skriptum TU Liberec, 2003
14. www.tilak.cz (listopad 2006)
15. Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií. Skriptum TU Liberec, 2002
16. www.pfaff-industrial.com, 20.3.2007 (únor 2007)
17. skripta.ft.tul.cz/data/2003-02-17/12-36-41.pdf (leden 2007)
18. Návod k obsluze, tlakový tester nepropustnosti švů
19. Norma ČSN EN 80041 (ISO 13935-1)

Seznam obrázků

- Obr.1 Mikroporézní zátěr
- Obr.2 Speciální pórovitá struktura membrány
- Obr.3 Schéma znázornění funkce membrány
- Obr.4 Grafické znázornění funkce hydrofilní membrány
- Obr.5 Zajišťování švu nepropustnou páskou
- Obr.6 Šev s švovou záložkou 2,5 mm a následné zajištění nepropustnou páskou
- Obr.7 Švový lepicí stroj - PFAFF Tapetronic 8303-040 &-041
- Obr.8 Voděodolná zdrhovadla a knoflíky
- Obr.9 Zdrhovadla kapes laminovaná do výrobku
- Obr.10 Spoj vytvořený vysokofrekvenčním spojováním
- Obr.11 Spoj vytvořený ultrazvukovým svařováním
- Obr.12 Pevnostní páska
- Obr.13 Lehká nepromokavá bunda „Faster and Lighter“ se švy svařovanými ultrazvukem, vyrobila firma-Columbia.
- Obr.14 Spoj vytvářený pomocí přídavného zařízení CUT & SEAL
- Obr.15 Vzor kotouče s dráhou pro imitaci šití
- Obr.16 Úhel smáčení
- Obr.17 Testování nepromokavosti svrchního oblečení využívajícího membránu GORE-TEX® v dešťové komoře
- Obr.18 Tester nepropustnosti švů
- Obr.19 Speciální konstrukce materiálu Entrant HB

Seznam tabulek

Tabulka č.1: Rozdělení aktivit dle výšky vodního sloupce

Tabulka č.2: Rozdělení z hlediska použití

Tabulka č.3: Výhody a nevýhody povrstvených textilií

Tabulka č.4: Výhody a nevýhody membránových textilií

Tabulka č.5: Výhody a nevýhody spojování šitím se zajištěním páskou

Tabulka č.6: Výhody a nevýhody vysokofrekvenčního spojování

Tabulka č.7: Výhody a nevýhody ultrazvukového spojování

Tabulka č.8: Tlakové testery pro měření propustnosti vody

Tabulka č.9: Parametry použitých typů švů

Tabulka č.10: Nastavení lepícího stroje podle daného materiálu

Tabulka č.11: Charakteristika použitých typů nepropustných pásek

Tabulka č.12: Parametry použitých typů spojů

Tabulka č.13: Pracovní postup měření na testeru nepropustnosti švů (Tilak a.s.)

Tabulka č.14: Pracovní postup měření na testeru nepropustnosti švů (Pfaff-servis)

Tabulka č.15: Výsledky měření propustnosti vody u vybraných typů oděvních materiálů
v oblasti švů

Tabulka č.16: Výsledky měření propustnosti vody u vybraných typů technických
materiálů v oblasti švů

Tabulka č. 17: Výsledky měření propustnosti vody v oblasti spoje u vybraných typů
oděvních materiálů

Tabulka č.18: Pevnost švů zajištěných páskou

Tabulka č.19: Pevnost svařovaných spojů CUT § SEAL

Tabulka č. 20: Pevnost svařovaných spojů pracovními koly

Tabulka č.21: Pevnost švů svařovaných švů pracovními koly – imitace šití - 3 dráhy

Tabulka č.22: Pevnost švů svařovaných švů pracovními koly – imitace šití - 3 dráhy

Seznam grafů

Graf č.1: Porovnání výsledků měření propustnosti vody u oděvních textilií

Graf č.2: Porovnání výsledků měření propustnosti vody u technických textilií

Graf č. 3: Porovnání pevnosti švů u materiálu Entrant

Graf č. 4: Porovnání pevnosti švů u materiálu GORE-TEX XCR III. Vrstvý

Graf č. 5: Porovnání pevnosti klasického švu zajištěného páskou

Graf č. 6: Porovnání pevnosti svařovaného spoje CUT & SEAM

Graf č. 7: Porovnání pevnosti svařovaného spoje - imitace šití - 3 dráhy

Graf č. 8: Porovnání pevnosti svařovaného spoje - imitace šití - 2 dráhy

Seznam příloh

Příloha č.1 - Vzorky zkoušených spojů..... 5 stran

Příloha č.2 - Nepropustné pásky použité pro zajištění sešitého spoje..... 1 strana

Příloha č.3 - Podrobné výsledky měření..... 2 strany

Příloha č.4 - Obrazová analýza vybraných typů svařovaných spojů..... 2 strany

Příloha č.5 - Zhotovování spojů technologií sešitím se zajištěním nepropustnou

páskou.....1 strana

Příloha č.6 - Konstrukce použitých typů materiálů..... 1 strana

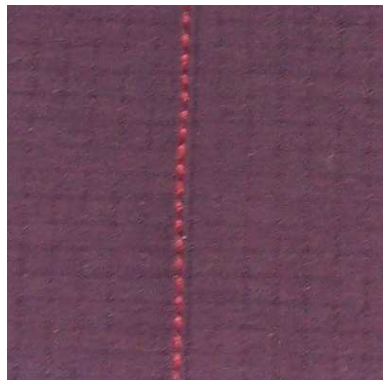
Přílohy

Příloha č.1: Vzorky zkoušených spojů

Vzorek č.1:

GORE-TEX XCR III.

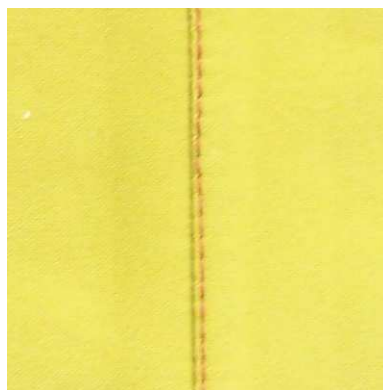
Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.2:

GORE-TEX XCR II.

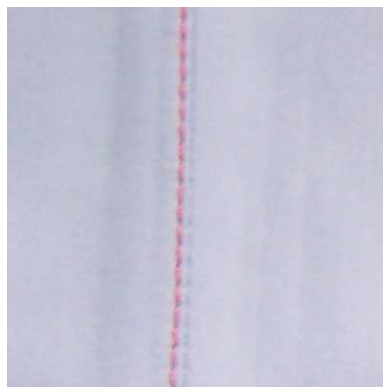
Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.3:

GORE-TEX Soft Shell

Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.4:

GORE-TEX Paclite

Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.5:

Dermizax

Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.6:

Dermizax Ripstop

Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.7:

Dermizax EV

Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.8:

Entrant HB

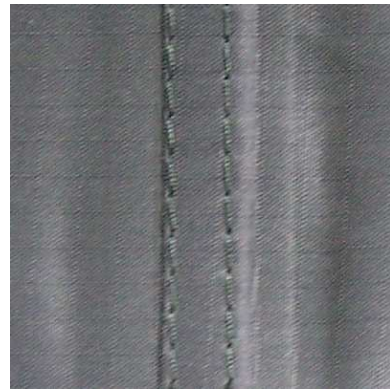
Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.9:

Stanovina - Tropiko

Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.10:

Stanovina - Podlahy

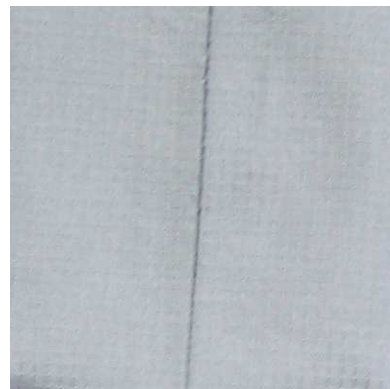
Šev se zajištěním nepropustnou páskou



Vzorek č.11:

Entrant

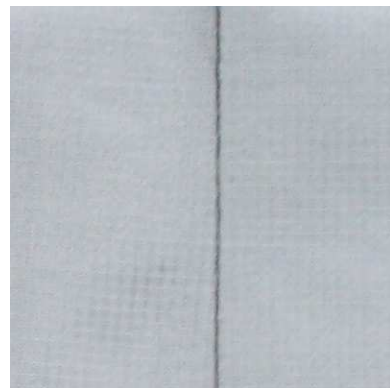
Svařovaný spoj CUT § SEAL



Vzorek č.12:

Entrant

Svařovaný spoj CUT § SEAL - líc vrub



Vzorek č.13:

GORE-TEX XCR III.

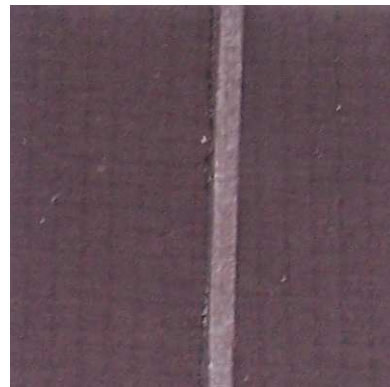
Svařovaný spoj CUT § SEAL



Vzorek č.14:

GORE-TEX XCR III.

Svařovaný spoj - Hladké pracovní kolo 3 mm



Vzorek č.15:

GORE-TEX XCR III.

Svařovaný spoj -Drážkované pracovní kolo 5 mm



Vzorek č.16:

GORE-TEX XCR III.

Svařovaný spoj - Imitace šití – 2 dráhy



Vzorek č.17:

Dermizax Ripstop

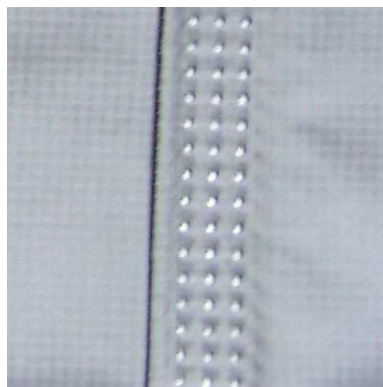
Svařovaný spoj - Imitace šití – 2 dráhy



Vzorek č.18:

Entrant

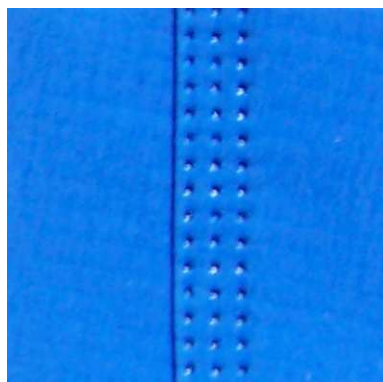
Svařovaný spoj - Imitace šití – 3 dráhy



Vzorek č.19:

GORE-TEX XCR III.

Svařovaný spoj - Imitace šití – 3 dráhy








Vzorek č.20:

Dermizax Ripstop

Svařovaný spoj - Imitace šití – 3 dráhy



Přílohy č.2: Nepropustné pásy použité pro zajištění sešitého spoje

Typ pásy	Určena pro typ materiálu	Páska
13 mm XCR	III. vrstvý GORE-TEX XCR	
22 mm	II. vrstvý GORE-TEX	
13 mm Paclite	GORE-TEX Paclite	
22 mm Soft shell	GORE-TEX Soft shell	
22 mm univerzální	Dermizax, Dermizax EV, Entrant	

Příloha č.3: Podrobné výsledky měření

Propustnost vody v oblasti spojů - tester č.3:

Oděvní textilie:

Typ materiálu	GORE-TEX XCR III. [cm v.s.]	GORE-TEX II. [cm v.s.]	GORE-TEX Soft Shell [cm v.s.]	GORE-TEX Paclite [cm v.s.]	Dermizax [cm v.s.]	Dermizax Ripstop [cm v.s.]	Dermizax EV [cm v.s.]	Entrant HB [cm v.s.]
Měření č.1	1733	776	2343	1093	1815	1505	1938	1386
Měření č.2	1604	819	2476	1283	1898	1589	1702	1342
Měření č.3	1535	789	2375	999	2095	1428	1879	1418
\bar{x}	1624	795	2398	1125	1936	1507	1840	1382
s	101	22	69	145	144	81	123	38
s^2	10101*	486*	4819*	20932*	20683*	6484*	15084*	1456*

* Výběrový rozptyl je v jednotkách (cm v.s.)².

Technické textilie:

Typ materiálu	Podlahy [cm v.s.]	Tropiko [cm v.s.]
Měření č.1	2100	1939
Měření č.2	2289	1867
Měření č.3	2045	1896
\bar{x}	2145	1901
s	127	36
s^2	16380*	1312*

* Výběrový rozptyl je v jednotkách (cm v.s.)².

Měření pevnosti spoje:

Pevnost spojení technologií sešitím a zajištění páskou

č. měření	Entrant	GORE- TEX	Dermizax Ripstop
1.	422,400	472,371	414,391
2.	400,462	582,237	398,500
3.	310,271	585,371	435,633
\bar{x}	377,711	546,660	416,175
s	59,426	64,355	18,631
s^2	3531,434*	4141,560*	347,101*

* Výběrový rozptyl je v jednotkách (cm v.s.)².

Pevnost svařovaného spoje CUT § SEAL

č. měření	Entrant - rub	Entrant - líc	GORE- TEX
1.	230,875	234,009	166,975
2.	214,160	250,376	158,966
3.	212,071	228,786	-
\bar{x}	219,035	237,724	162,971
s	10,307	11,264	5,663
s^2	106,224*	126,881*	32,072*

* Výběrový rozptyl je v jednotkách (cm v.s.)².

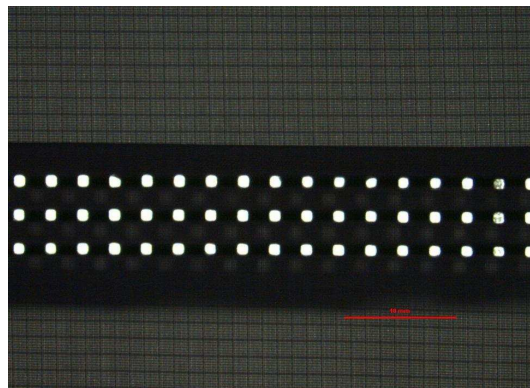
Pevnost svařovaného spoje

č. měření	GORE- TEX Hladké kolo	GORE- TEX Drážkované kolo
1.	163,667	214,334
2.	173,069	208,762
\bar{x}	168,368	211,548
s	6,648	3,939
s^2	44,199*	15,523*

* Výběrový rozptyl je v jednotkách (cm v.s.)².

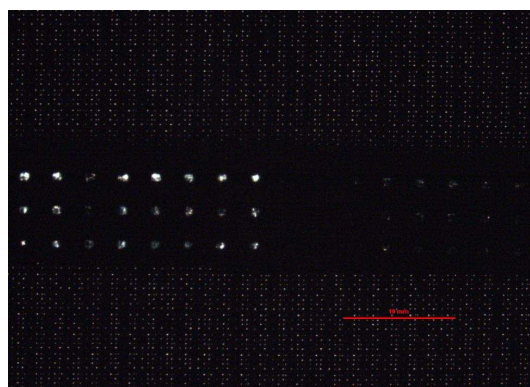
Příloha č.4: Obrazová analýza vybraných typů svařovaných spojů

- Svařovaný spoj ultrazvukem – imitace šití – 3 dráhy, LS, materiál Entrant



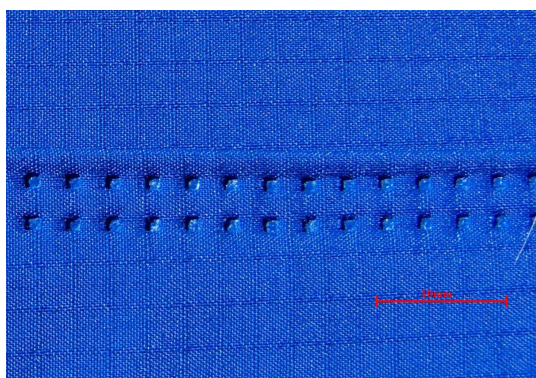
Při spojování došlo k poškození spoje, materiál nebyl vhodný pro tento typ svařování.

- Svařovaný spoj ultrazvukem – imitace šití – 3 dráhy, LS, materiál GORE-TEX

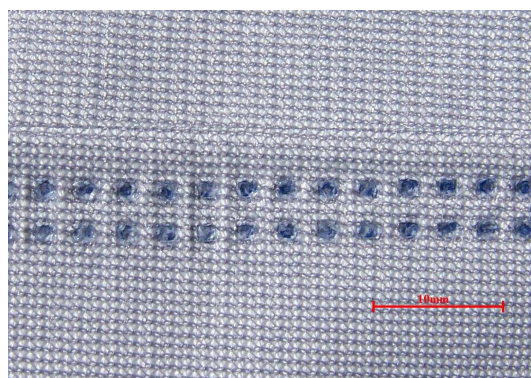


Při spojování došlo k poškození spoje jen v určitých oblastech.

- Svařovaný spoj ultrazvukem – imitace šití – 2 dráhy, materiál GORE-TEX



LS

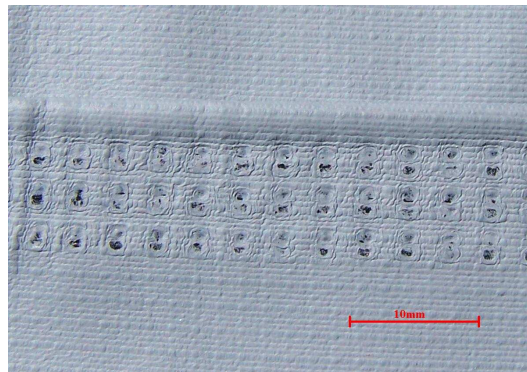


RS

- Svařovaný spoj ultrazvukem – imitace šití – 3 dráhy, materiál Dermizax Ripstop

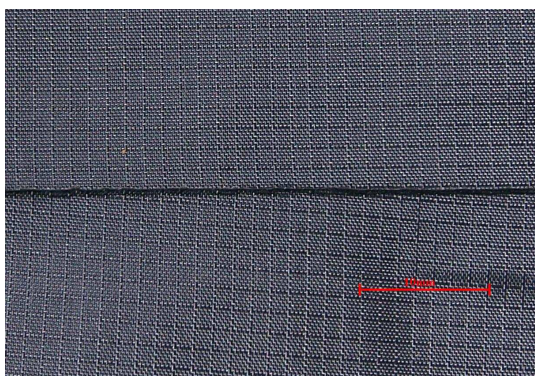


LS

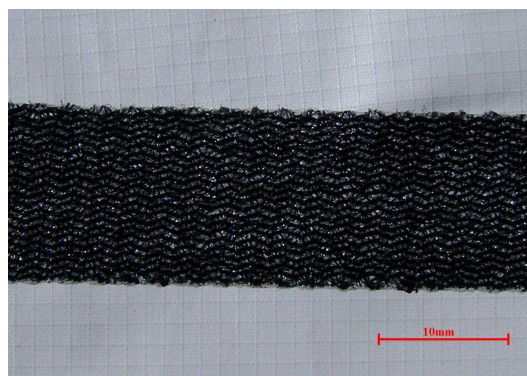


RS

- Svařovaný spoj ultrazvukem – CUT § SEAL- LS vrub, materiál Entrant

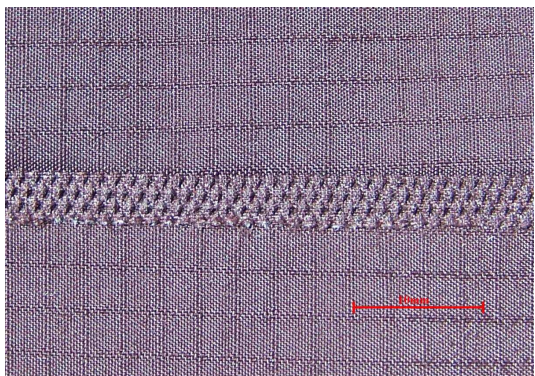


LS

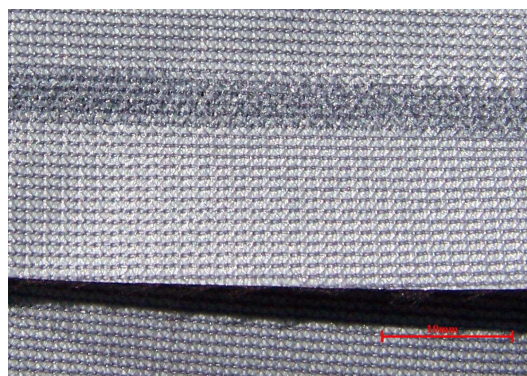


RS

- Svařovaný spoj ultrazvukem – Drážkované kolo – 5 mm, materiál GORE-TEX

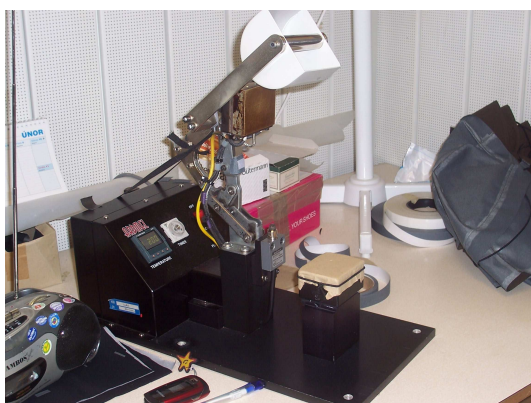
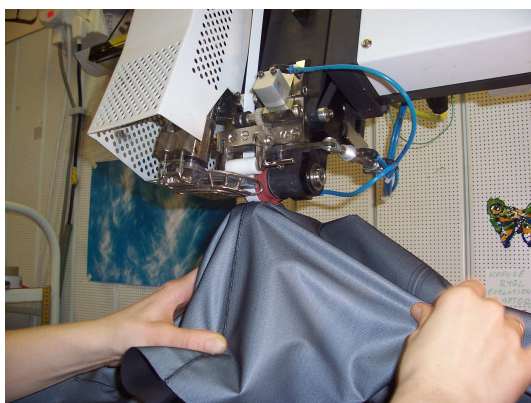
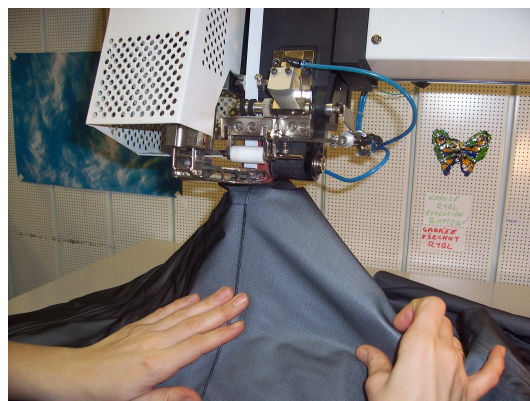
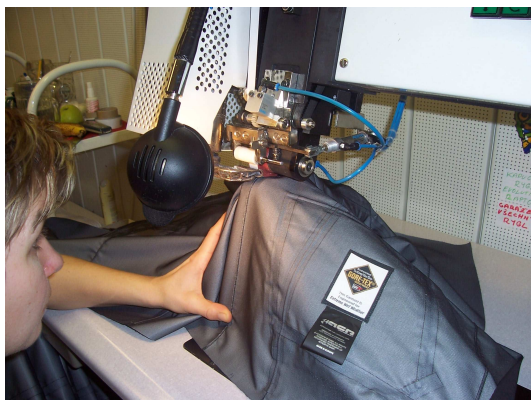


LS



RS

Příloha č.5: Zhotovování spojů technologií sešitím se zajištěním nepropustnou páskou ve firmě Tilak a.s.



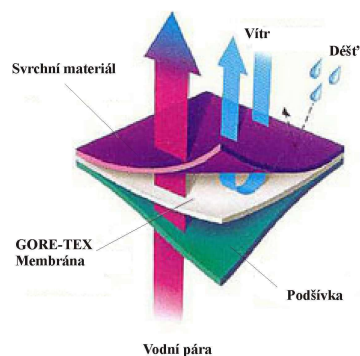
Zařízení pro dodatečné laminování



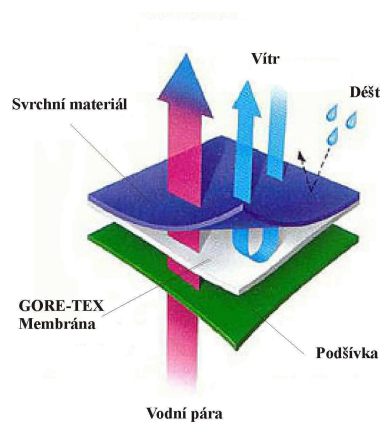
Tester nepropustnosti švů ve firmě Tilak a.s.

Příloha č.6: Konstrukce použitých typy materiálů

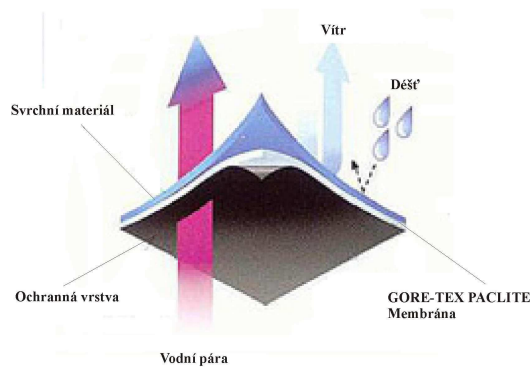
Způsob konstrukce - třívrstvý GORE-TEX



Způsob konstrukce - dvouvrstvý GORE-TEX



Způsob konstrukce - GORE-TEX pacelite



Porovnání vodoodpudivosti laminátu Dermizax EV

